



La Dirección y la Redacción de la REVISTA TECNICA no se hacen solidarias de las opiniones emitidas por sus colaboradores.

SUMARIO — La preparación matemática de los Ingenieros, por el Prof. **Pablo Stackel**. — FERROCARRILES; Cálculo y prueba de los puentes de Ferrocarriles (continuación), por el Ingeniero **Bernardo Laurel** — Perfiles transversales de la vía (aprobados por decreto de Abril 19 de 1916). — HIDRAULICA: Diques de Carena últimamente construidos en Italia, por el Prof. Ingeniero **Luis Luiggi**. — ELECTROTECNICA: Reglamento de cruces de conducciones eléctricas con Ferrocarriles, por el Ingeniero **Bernardo Laurel**.

LA PREPARACION MATEMATICA DE LOS INGENIEROS

INFORME PRESENTADO A LA CONFERENCIA INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA MATEMATICA, CELEBRADA EN PARIS
DEL 1º AL 4 DE ABRIL DE 1914.

Pocos meses antes de estallar la actual conflagración Europea, reuníanse en París notabilidades del mundo matemático para ocuparse exclusivamente de la especialidad a la cual responde la institución de la conferencia internacional de enseñanza de esta materia. Uno de los más importantes trabajos presentados lo fué la memoria general, del Profesor Pablo Stäckel, de la Universidad de Heidelberg, trabajo que provocó una larga discusión con motivo del análisis que de él hizo una eminencia matemática, el Profesor de la Escuela Politécnica M. Maurice d'Occagne, en la cual tomaron parte, además del mismo Profesor Stäckel, otros conocidos especialistas. Hallándose actualmente en discusión en nuestra Facultad de Ingeniería (C. E. F. y N.) los nuevos programas de matemáticas, consideramos oportuno la publicación del informe del Profesor Stäckel, en el cual hallarán los lectores de REVISTA TÉCNICA sintetizadas las ideas y prácticas que rigen en esta enseñanza en los países donde ella ha llegado a su más alto grado de adelanto. — N. DE LA D.

I. *Generalidades.* — No es por casualidad que la Comisión Internacional de Enseñanza Matemática ha inscripto en la orden del día de su reunión en París la cuestión de la *preparación matemática de los Ingenieros*. Es en París, en efecto, que se halla la Escuela Politécnica, esta obra característica de la primera República, institución que durante 120 años ha hecho honor a su noble divisa: Por la Patria, las ciencias y la gloria.

Era una idea verdaderamente nueva la que halla su expresión en la ley de Septiembre de 1794, y que reclamaba una educación teórica uniforme para todos los jóvenes deseosos de entrar en ciertos cuerpos militares o civiles, la artillería, el de ingenieros, las minas, las construcciones navales, los puentes y calzadas, etc. Para alcanzar este objeto, se creó al lado de las Escuelas especiales de fundación anterior tales como la Escuela de Minas, la de Puentes y Calzadas y otras, la Escuela Politécnica. La organización de esta Escuela ejerció una influencia du-

radera sobre la Enseñanza de las matemáticas y sobre la preparación matemática de los ingenieros del mundo entero.

De una manera general, hallamos, respecto de la preparación de los ingenieros, dos sistemas. La mayoría de los países han adoptado para sus escuelas el sistema de organización puesto en vigor a mediados del Siglo XIX en Karlsruhe y Zurich; son las universidades técnicas, «Technische Hochschulen». Lo que caracteriza estas escuelas, es la presencia de una sección consagrada a las ciencias generales, sobre el modelo de la Escuela Politécnica, precediendo otras secciones especiales para los arquitectos, los ingenieros propiamente dichos y los químicos. En muchas partes se hallan igualmente secciones para las construcciones navales, las minas, las aguas y bosques, la agricultura y, en fin, para la preparación de los profesores de matemáticas y de ciencias físicas y naturales. En estos países, se concede gran importancia a la reunión de las diferentes secciones en un

sólo conjunto, pues se piensa que escuelas especiales aisladas corren el peligro de languidecer si se les destina, sobre todo, la preparación de funcionarios del Estado. En el segundo sistema, son las mismas universidades, ya utilizadas para la preparación de carreras liberales, que se encargan de la enseñanza teórica de los ingenieros. Con la creación de nuevos institutos, emprenden igualmente un estudio más extendido de determinadas ramas técnicas. El primer sistema se halla en vigor en Alemania, Austria, Dinamarca, España, Holanda, Hungría, Noruega, Rusia y Suecia. Naturalmente, existen también en estos países, además de las Universidades técnicas, otras escuelas especiales, como las Academias de Minas y Bosques en Alemania, la Escuela de Vías y Comunicaciones y la Escuela de Minas en San Petersburgo.

En Francia, a parte de la Escuela Politécnica que depende del Ministerio de la Guerra, hay Escuelas superiores que dependen del Ministerio del Comercio y de la Industria o del Ministerio de Obras Públicas. Son la Escuela Central de Artes y Manufacturas, El Conservatorio de Artes y Oficios en París, la Escuela de Minas, la Escuela de Puentes y Calzadas, las Escuelas de Artes y Oficios. Estas escuelas forman ingenieros para la industria privada, las compañías de ferrocarriles, etc., al igual que para las Administraciones públicas.

La Escuela Central recluta la mayor parte de sus alumnos en los liceos. El Conservatorio de Artes y Oficios los recluta más bien entre los Contramaestres o los ingenieros ocupando ya situaciones en la industria y que desean perfeccionarse.

Desde la reorganización de las Universidades francesas (1897) que dependen del Ministerio de Instrucción pública, varias de ellas han organizado una enseñanza técnica superior complementaria de la enseñanza teórica. Es sobre todo en los ramos de la química, de la electricidad y de la mecánica que se ha desarrollado esta enseñanza técnica. Citemos, especialmente, las Universidades de Grenoble, Nancy, Lila y Tolosa.

En Inglaterra, la enseñanza de los ingenieros se ha desarrollado más tarde que en los países continentales. Es sólo hacia fines del Siglo XIX. que se han organizado cursos técnicos complementarios de la enseñanza teórica de las Universidades. En 1907, se ha fundado el Colegio Imperial Técnico en Londres, instituto análogo a las Universidades técnicas; sin embargo, los jóvenes tienen la costumbre de ingresar a trabajar en los talleres inmediatamente después de terminados sus estudios teóricos, y sólo una parte de éstos vuelven al Colegio para completar sus estudios técnicos.

La Suiza posee una Escuela politécnica técnica federal en Zurich y una Facultad técnica en la Universidad de Lausanne. Antes, en Italia, la preparación teórica de los futuros ingenieros comprendía dos años de Universidad, seguidos

de tres años de estudios en una escuela de aplicación o en una sección técnica de una Universidad. Además, había una Universidad técnica en Milán, fundada por Brioschi. Recientemente, se han agregado Universidades técnicas completas con cinco años de estudios en Torino y en Pádua.

En los Estados Unidos, donde una centena de Universidades se ocupan de la preparación de Ingenieros, hay aproximadamente un tercio de naturaleza francamente técnica; las demás son Universidades o colegios poseyendo, al lado de secciones técnicas, otras varias secciones. La memoria de la Subcomisión americana indica las ventajas que resultan de la reunión de estas diferentes secciones. Se señala la emulación recíproca de las diversas secciones, la posibilidad de procurarse mejores profesores para los establecimientos más importantes y de dotar más ricamente a los institutos y las bibliotecas, en fin, una base más amplia para la preparación de los estudiantes. Como inconvenientes, se constata que la enseñanza toma fácilmente un carácter abstracto y que los estudiantes se ocupan más de sports en las Universidades que en los Colegios separados. Puede agregarse que, muy recientemente, se han hecho tentativas en países poseyendo Universidades técnicas, en Dresden y en Innsbruck, para anexar la Universidad propiamente dicha a la Universidad técnica.

Algunas de las Universidades técnicas han sido en su origen simples escuelas especiales que habían sido fundadas para satisfacer las necesidades de la industria. Es sólo poco a poco que esas escuelas han adquirido su rango de academia y que se les ha confiado la preparación de funcionarios técnicos superiores del Estado. Este desarrollo progresivo está estrechamente ligado a la cuestión de la preparación anterior de los estudiantes. Esas escuelas especiales estaban generalmente provistas de escuelas preparatorias, cuya enseñanza estaba organizada en vista de la diversidad de direcciones a seguir ulteriormente; además, existían Escuelas independientes para la preparación de técnicos, como las escuelas profesionales provinciales en Prusia y las Escuelas industriales de Baviera. Es notable que las escuelas de esta naturaleza, a parte algunas excepciones, han desaparecido durante el curso del Siglo XIX, cuando en la opinión se ha ido arraigando que la preparación para las diversas carreras superiores debe ser siempre precedida de una enseñanza general permitiendo adquirir una educación que corresponda al actual estado de la cultura general. ¿Hasta qué edad debe extenderse esta instrucción general, y cuándo puede comenzarse a tomarse en consideración la individualidad del alumno?, son estas cuestiones difíciles que han sido discutidas durante los últimos años y sobre las cuales volveremos.

Por las razones que acaban de señalarse, se exige en todas partes, para el ingreso a una

Universidad técnica, la prueba de una preparación anterior tal cual se adquiere en una escuela media de modo que los jóvenes puedan comenzar sus estudios a la edad de 18 o 19 años. En el caso en que una preparación semejante no resultase probada por certificados oficiales, se puede, en muchos países, sustituirlos por un examen de ingreso en que las matemáticas son parte principal.

En Francia, la admisión a la Escuela Politécnica se hace por vía de concurso; los programas exigen conocimientos importantes en matemáticas especiales, en álgebra y en geometría analítica. La preparación para este concurso puede hacerse en una clase de matemáticas especiales, de un año mínimo, generalmente de dos años y que sigue a la clase de matemáticas elementales con que se termina la enseñanza secundaria. Otras clases de matemáticas especiales, organizadas en una forma análoga, preparan para la Escuela Central. Fuera de Francia, disposiciones semejantes sólo existen, parece, en Portugal.

En Alemania, se contempla cada día más favorablemente la idea de una transformación de la enseñanza de las últimas clases secundarias a fin de permitir a los alumnos el manifestar más libremente sus gustos e inclinaciones particulares y de facilitar el paso a la libertad académica de las universidades. A este pedido de reforma, débese agregar la de los ingenieros que quisieran se reconociese el derecho de suponer conocidos, desde la iniciación de los cursos matemáticos y físicos profesados en una Universidad técnica, los elementos, en una forma más amplia de lo que actualmente se hace. En Zurich, se ha llegado ya a no admitir sin examen, como estudiantes, sino a los alumnos que hayan alcanzado el grado de madurez en una escuela real Suiza reconocida por el Consejo de la Universidad, o teniendo una preparación equivalente; en cambio, los que sólo tienen la edad propia de un gimnasio clásico deben sufrir un examen complementario en matemáticas. En Rusia, los jóvenes que se presentan a la admisión son sometidos a una selección basada en parte sobre los certificados de madurez (*maturité*) y en parte en los resultados de un concurso sobre matemáticas, física y el idioma ruso.

Con las observaciones que acaban de hacerse, hemos abordado la discusión de la cuestión fundamental de la preparación matemática anterior de los estudiantes. Las respuestas obtenidas con motivo de los cuestionarios de la Subcomisión B demuestran que las opiniones sobre este tópico son muy diversas; el asunto merece mayormente, por consiguiente, que se le trate en una forma detallada en la discusión.

Existe, por de pronto, una opinión extrema que halla adherentes sobre todo entre los ingenieros mecánicos; éstos quieren hacer desaparecer de la

Universidad técnica la enseñanza de las matemáticas y de las ciencias físicas, relegándolas íntegras a las escuelas secundarias. Por ejemplo, el Profesor Kiedler, de Berlín, se ha quejado últimamente de que las Universidades técnicas no sean aún lo que debieran ser, debido al perjuicio que les causan los cursos de ciencias puras. que, a su juicio, sólo sirven a colmar las grandes lagunas de la preparación anterior. El informe de la Subcomisión suiza se ha expresado muy enérgicamente contra la idea de un estudio metódico del cálculo diferencial e integral en las escuelas secundarias. La Universidad técnica, se dice, no puede renunciar a retomar sus sujetos desde el principio, puesto que las bases matemáticas que han sido inculcadas en la enseñanza secundaria a los alumnos de las escuelas reales son demasiado poco seguras y difícil es que lo puedan ser más. Por otra parte, la diferencia de concepción y aún de notación puede hacer nacer la confusión y la incertidumbre. En fin, la experiencia demuestra que el aumento del campo de las matemáticas en la enseñanza secundaria se hace frecuentemente con detrimento de los elementos, es decir, del álgebra, de la trigonometría y de la geometría analítica, siendo luego, en parte, ésta la causa de la escasa seguridad que los alumnos demuestran frecuentemente en estas materias. En la sesión del mes de diciembre de 1913, la Comisión de la Enseñanza técnica, constituida por la Asociación de los ingenieros alemanes, que durante los tres últimos años ha examinado la cuestión de la enseñanza técnica bajo todas sus fases, formuló una resolución que importa señalar. Según ella, debe exigirse, de los nuevos estudiantes, además de la seguridad y de la habilidad en el uso de las matemáticas elementales, un conocimiento profundo, adquirido por una práctica bastante prolongada, de las nociones de variación de las dimensiones y de las funciones, comprendida la representación gráfica de las relaciones funcionales, así como las nociones de derivada y de integral aplicadas a ejemplos sencillos y claros. En contra, el estudio sistemático del cálculo infinitesimal está expresamente reservado a la Universidad técnica. En Francia, la cuestión es aún considerada de muy distinta manera. En la Escuela Politécnica y en la Escuela Central, se exige que los candidatos estén bien familiarizados con los elementos de las matemáticas superiores, pero esto, a fin de poder establecer sobre esta base una fuerte cultura matemática general. No se descuida, es cierto, el tomar en consideración las indagaciones matemáticas susceptibles de alcanzar importancia del punto de vista técnico en un inmediato porvenir, pero se cuida bien de que ello no perjudique a las partes fundamentales de la teoría.

(Continuará).

FERROCARRILES

Sección a cargo del Ing. Sr. Emilio Rebuelto

CALCULO Y PRUEBA DE LOS PUENTES DE FERROCARRILES

(Continuación - Véase el N° 296)

LAS CARGAS EQUIVALENTES UNIFORMEMENTE REPARTIDAS

1º *Momentos en el medio de la luz.* — Haremos $m=1$ ó sea $a''=a'=a$ y el valor de p queda reducido a:

$$p = \frac{1}{a} \left[\Sigma P_n - \frac{1}{a} \left(\Sigma P_n a_n - \frac{1}{2} P_{\omega} l_{\omega}^2 \right) \right]$$

para secciones bajo una carga. La condición de máximo requiere que esta carga constituya una fuerza mediana [véase fórmulas (2) y (3)], es decir, que las sumas de las cargas a uno y otro lado estén tan próximas a ser iguales, que si a una de ellas se le añade la del eje considerado, se obtiene la mayoría de las cargas sobre el puente.

Para poder aplicar la fórmula de una manera metódica y simple, hemos trazado el cuadro I que corresponde a un tren tipo de trocha de 1676 mm. Se supone cada uno de los ejes colocado sucesivamente en el centro de las luces crecientes, lo que da otras tantas líneas horizontales del cuadro. Se ve que para valores de $l=2a$ crecientes, los valores Σ quedan constantes mientras no entran nuevos ejes al puente, y cuando esto sucede, basta agregar un término nuevo a la suma precedente. Por lo tanto, mientras un mismo eje queda en el centro del puente y mientras no entren nuevos ejes, los cálculos de p se reducen a dos divisiones por el mismo valor a de la semiluz.

La construcción del cuadro I es, pues, muy simple: en cada línea horizontal y de ambos lados del eje se inscriben las abscisas a y las sumas de las cargas correspondientes y con ello se ve inmediatamente si la condición requerida para el máximo se satisface o no. Se indican con líneas llenas terminadas por flechas, las regiones donde cada eje es fuerza mediana. Los números de cada serie se deducen de la anterior por simples adiciones, lo que facilita la construcción.

Una vez establecido el cuadro, no queda más que elegir las fuerzas medias entre dos o tres ejes. En el cuadro II se indican los valores de p marcando con un asterisco los que pertenecen seguramente al contorno general de los máximos a considerar para el tren dado: se dan además numerosos ejemplos para otras luces intermedias.

Es fácil ver que los ejes inmediatos al tren de vagones dan aún un máximo de p para luces muy

próximas a $2a_{\omega}$. Por lo tanto, cuando las secciones se encuentran en el tren de vagones, es innecesario ensayar la fórmula (4') bastando emplear directamente la fórmula (6') que da el máximo y que para el caso especial que nos ocupa es:

$$p = p_{\omega} + \frac{1}{a^2} \left(\frac{1}{2} a_{\omega} \Sigma P_n - \Sigma_{\omega} P_n a_n \right)$$

La cantidad entre paréntesis se calcula una vez por todas y para el tren a que nos referimos es: 2316,57 de donde:

$$p = 7 + \frac{2316,57}{a^2}$$

2º *Momentos flectores en el sexto de la luz.* — Hemos dicho que esta sección puede tomarse como característica para apreciar el error máximo que se cometería aplicando el valor de p determinado para la sección del medio a todas las demás.

Haciendo en las fórmulas fundamentales $m=5$ resulta para las cargas aisladas

$$p = \frac{1}{a} \left[\Sigma P_n - \frac{6}{10a} \left(5 \Sigma P_n' a_n' + \Sigma P_n'' a_n'' - \frac{1}{2} P_{\omega} l_{\omega}^2 \right) \right] \quad 7)$$

y para secciones bajo el tren de vagones (con la condición del máximo, es decir $a_{\omega}=l-l_{\omega}$):

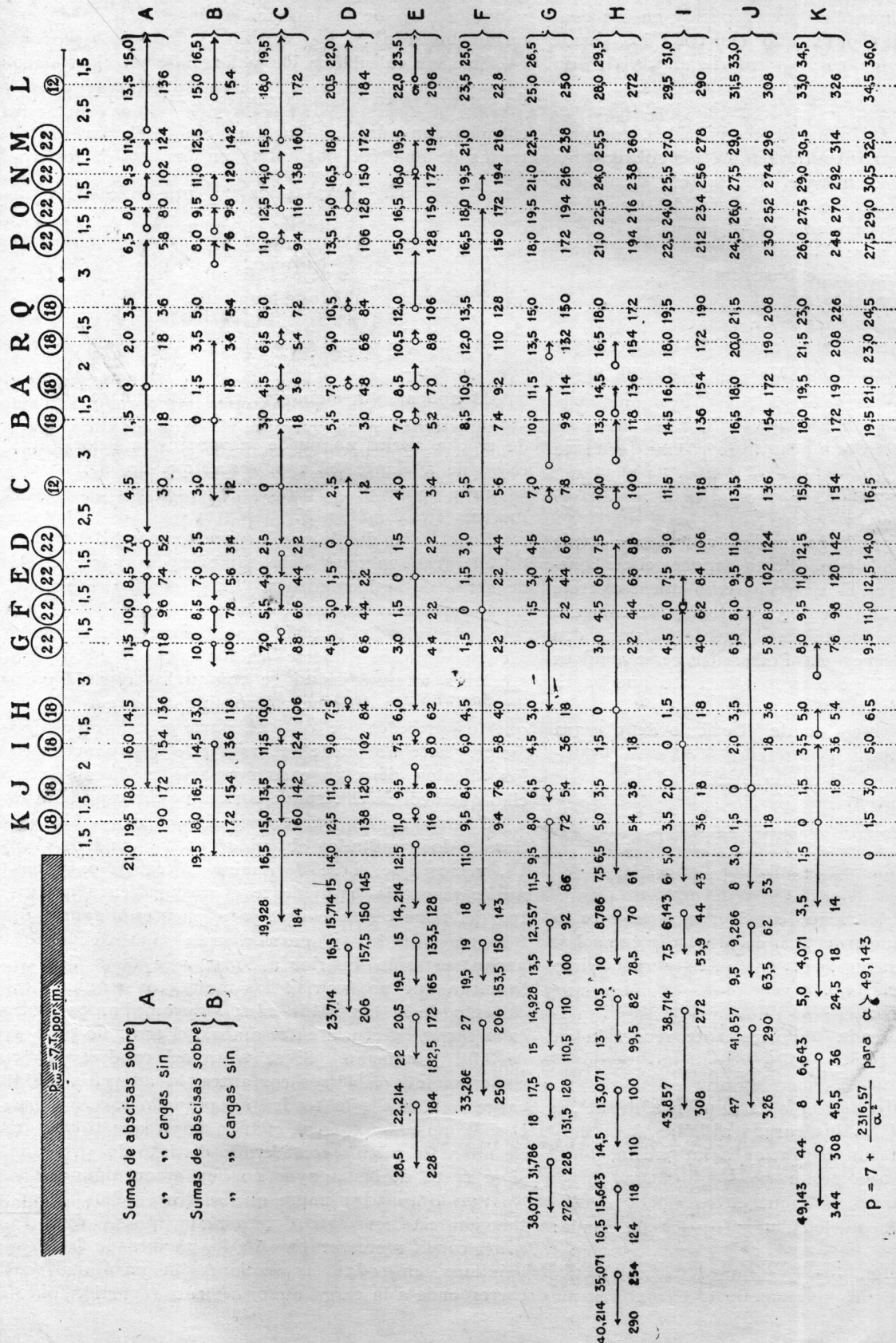
$$p = p_{\omega} + \frac{6}{2a^2} \left(\frac{1}{2} a_{\omega} \Sigma P_n - \Sigma_{\omega} P_n a_n \right)$$

Pero es inútil preocuparse de la aplicación de esta última fórmula, pues corresponde a luces tales que $l > (m+1) a_{\omega}$. Para el tren considerado resulta $l > 294m$, es decir, que se trata de longitudes de tramos muy elevadas para las cuales es poco probable que haya que aplicar los métodos expeditivos de que nos ocupamos.

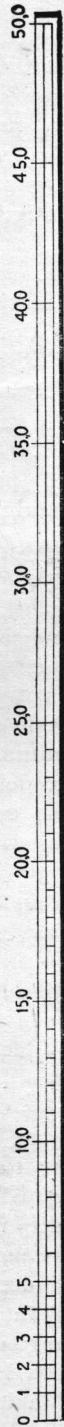
Para utilizar la otra fórmula, única pues que aplicaremos, supondremos, como en el caso anterior, que cada eje esté sucesivamente colocado en la sección del tramo, haciendo crecer la longitud de éste, de tal modo, que siempre se mantenga $a''=5a'$. Sabemos que los máximos se producirán cuando la suma de cargas a uno y otro lado de la sección están casi en la relación de 5 a 1. Se ha trazado, pues, un cuadro III donde las abscisas a' se han multiplicado por 5, así como las cargas de eje de ese lado: basta, para reconocer el máximo, verificar si hay paridad de una parte y otra de la sección de manera que la carga del eje colocado en la sección misma, se añada, con su valor, a la izquierda, y multiplicada por 5 a la derecha. Con los datos de este cuadro se ha

MOMENTOS FLECTORES - EJES A COLOCAR EN EL CENTRO DEL PUENTE

TREN TIPO PARA TROCHA DE 1676 mm.



$$\sum P_n = 344t \quad \alpha_w = 49 \frac{1}{2} \quad \sum P_n \alpha_n = 6136$$



construido el cuadro IV que da los valores de p y cuya estructura responde al cálculo metódico de la fórmula (7). La única dificultad, pequeña por otra parte, es que será necesario hacer siempre un cálculo de abscisas: para luces pequeñas se da a' o a'' y se calcula l ; para luces grandes se da l en números redondos y se calcula a'' .

En todas las fórmulas precedentes y en los cuadros citados, hemos procurado mantener los signos y dispositivos usados en la memoria citada de von Leber, que nos han parecido irrefragables.

Esfuerzos cortantes.— La determinación de las sobrecargas ficticias uniformemente repartidas, que provocan iguales esfuerzos cortantes que las sobrecargas reales, es mucho más simple. El máximo se obtiene cuando un eje pesado de la cabecera del tren llega a la sección correspondiente.

Si designamos por:

p' ..., la carga unitorme buscada,

l ..., la luz del puente,

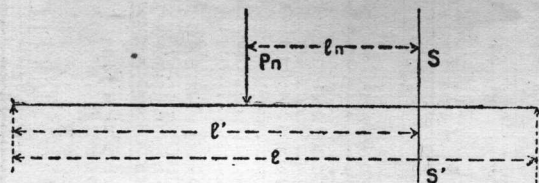
$P_1 P_2 \dots P_n$, las cargas de ejes,

$l_1 l_2 \dots l_n$, sus distancias al apoyo de la derecha, se tendrá, para el esfuerzo cortante en el apoyo, como carga uniforme equivalente:

$$p' = \frac{2}{l} \left(P_1 + P_2 + \dots + P_n \right) - \frac{2}{l^2} \left(P_1 l_1 + \dots + P_n l_n \right) = \frac{2}{l} \left(\Sigma P_n - \frac{\Sigma P_n l_n}{l} \right) \quad (8)$$

Esta fórmula, análoga a las anteriores, puede aplicarse del mismo modo. Basta suponer el eje constantemente puesto en el apoyo derecho mientras crece la luz del puente. Los valores Σ varían únicamente cuando entran ejes nuevos en el puente y bastan dos divisiones para obtener p' . Podrían hacerse cuadros análogos al I y III, pero es inútil puesto que basta ensayar 2 o 3 ejes.

Para extender esta fórmula al cálculo de p' , para



otras secciones del tramo, consideremos la sección SS' y que el primer eje del tren de prueba llegue sobre ella de manera que el esfuerzo cortante sea un máximo con respecto a dicho eje.

Si denominamos:

p' la carga buscada uniformemente repartida en la longitud l ,

l la luz del tramo,

l' la longitud del tramo a la izquierda de SS' ,

$P_1 P_2 \dots P_n$, las cargas aisladas,

$l_1 l_2 \dots l_n$, sus distancias a la sección,

V ..., el esfuerzo cortante

$$V = \Sigma \frac{l' - l_n}{l} P_n = \frac{1}{2} \frac{p' l'^2}{l} \quad \text{de donde:}$$

$$p' = \frac{2}{l'} \left(\Sigma P_n - \frac{\Sigma P_n l_n}{l'} \right) \quad (9)$$

En esta fórmula p' es independiente de l , de modo que representa un caso particular de la anterior, hecho que puede enunciarse así:

“La carga uniforme p' por metro, equivalente a un tren dado, en cuanto al esfuerzo cortante en una sección cualquiera, no depende más que de la longitud l' sobrecargada comprendida entre la sección y uno u otro de los apoyos según el sentido del esfuerzo buscado”.

Una vez calculados los valores de p' , el esfuerzo de corte resulta de la fórmula: $V = \frac{1}{2} \frac{p' l'^2}{l}$ y los cálculos son aún simplificados. Se puede, en efecto, trazar de una vez por todas un cuadro de los valores de $\frac{1}{2} p' l'^2$ para todas las longitudes l' : para obtener V bastará dividir el valor que da la tabla para la longitud l' , por la luz l del puente.

Cuando además de ejes aislados graviten sobre el puente vagones sobre una longitud l_0 es fácil ver que:

$$p' = \frac{2}{l} \left[\Sigma P_n - \frac{1}{l} \left(\Sigma P_n l_n - \frac{1}{2} p_0 l_0^2 \right) \right] \quad (10)$$

Al aplicar, sin embargo, esta fórmula se encuentra una dificultad. Refiriéndonos a nuestro tren tipo de trocha ancha no puede afirmarse “a priori” que el eje de adelante del tren sea el que da el máximo a causa de su poco tonelaje. Es necesario ensayar los tres ejes L , M y N .

En el caso donde por la poca longitud del tramo no entraran vagones debe también ensayarse el eje de atrás de la locomotora. En el cuadro V hemos, pues, estudiado los varios casos.

Los resultados obtenidos se aplican sin restricción alguna para los esfuerzos en los apoyos. Pero para secciones intermedias si se toman los ejes M y N , despreciando la diferencia favorable de los ejes L y M que los preceden, se obtiene para p' un valor algo fuerte. Este no puede naturalmente influir mucho en los cálculos, pero, en caso necesario, nada más sencillo que deducir el término correctivo correspondiente.

Cálculo de los puentes de ferrocarril.— Si analizamos los resultados obtenidos en los cuadros II y IV, vemos que si se determina la carga uniformemente repartida equivalente correspondiente al centro del tramo, esta carga, para puentes mayores de 8 metros de luz y para el tren tipo de trocha ancha, es sólo inferior a lo más en 6 a 7 % de la carga que producirían los momentos máximos en el sexto de la luz. Más aún: si promediamos para cada luz la diferencia entre ambas, el error no pasará de 3,5 % solamente. Si se trata del cuadro V, que corresponde a esfuerzos cortantes, la adopción de la carga uniforme sólo tendrá un pequeño exceso sobre el máximo esfuerzo real, cuando haya que tomar un eje sobre la sección considerado distinto del primero: si se trata de los apoyos no hay error alguno.

Por lo tanto, siempre que se trate de una construcción estáticamente determinada, podrá tomarse como curva representativa de los momentos flectores máximos, en todas las secciones, la parábola que corresponde a la carga uniformemente repartida, obte-

nida por el centro de cada luz de puente o promediada con la del sexto de la luz, como acaba de decirse. Se confirma así el resultado que habíamos anunciado. El error que se comete, para los puentes de luz superior a 8 metros, es insignificante e inferior siempre a las tolerancias o incertidumbres que hay sobre el verdadero valor de los coeficientes de resis-

tencia, y los errores que ocasionan la rigidez de las uniones y otros factores difíciles de precisar.

Adoptada la carga uniforme, añadida a la acción del viento y del peso propio se tendrá finalmente una carga única, uniformemente repartida, que permitirá calcular con exactitud más que suficiente todos los cordones de un puente. Esta misma carga nos dará

TREN TIPO PARA TROCHA 1.676 m. Cuadro V

Cargas equivalentes para esfuerzos cortantes.

$$p = \frac{2}{l_n} \left[\sum P_n - \frac{1}{l_n} \left(\sum P_n l_n - \frac{1}{2} p_w l_w^2 \right) \right]$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	6
Abcisas l_n	Cargas									Puntos singula- res. p	Ejemplos	
	P_n	$\sum P_n$	$P_n l_n$	$\sum P_n l_n$	l_w	$\frac{1}{2} p_w l_w^2$	(5)-(7)	$\frac{1}{l_n}$ (8)	(3)-(9)			
Eje G sobre el apoyo (tren invertido).												
0	22	22							22		7,5	16,640X
1,5	22	44	33	33				22	22	29,333	8	16,186X
3	22	66	66	99				22	22	22,000	9	15,259
4,5	22	88	99	198				22	22	18,556		
7	12	100	84	282				282	40,286	59,714		
10	18	118	180	462				462	46,2	71,8		
11,5	18	136	207	669				669	58,174	77,826		
13,5	18	154	243	912				912	67,556	86,444		
15	18	172	270	1182				1182	78,8	93,2		
18	22	194	396	1578				1578	87,667	106,333		
19,5	22	216	429	2007				2007	102,923	113,077		
21	22	238	462	2469				2469	117,571	120,429		
22,5	22	260	495	2964				2964	131,733	128,267		
25	12	272	300	3264				3264	130,560	141,440		
26,5										11,315		
Eje M sobre el apoyo.												
0	22	22							22		1	44,000X
1,5	22	44	33	33				33	22	29,333X	2	27,500X
3	22	66	66	99				99	33	22,000X	2,5	24,640X
4,5	22	88	99	198				198	44	19,556X	3,5	21,551X
7,5	18	106	135	333				333	44,400	61,600	4	20,625X
9	18	124	162	495				495	55	69	5	19,360X
11	18	142	198	693				693	63	79	5,5	18,909X
12,5	18	160	225	918				918	73,440	86,560	6	18,333X
15,5	12	172	186	1104				1,104	71,226	100,774	6,5	17,704X
18	22	194	396	1500				1,500	83,333	110,667	7	17,061X
19,5	22	216	429	1929				1,929	98,923	117,077	8	16,094
21	22	238	462	2391				2,391	113,857	124,143	10	14,900X
22,5	22	260	495	2866				2,866	128,267	131,733	12	14,042X
25,5	18	278	459	3345				3,345	131,176	146,824	15	13,173X
27	18	296	486	3831				3,831	141,889	154,111	20	11,955X
29	18	314	522	4353				4,353	150,103	163,897	25	11,565X
30,5	18	332	549	4902				4,902	160,721	171,279	30	11,260X
32					Origen tren vagones			4,902	153,188	178,812	35	11,020X
40					8			4,678	116,950	215,050		
50					18			3,768	75,360	256,640		
60					28			2,158	35,967	296,033		
70					38			1,152	2,171	334,171		
80					48			3,162	39,525	371,525		
90					58			5,872	76,356	408,356		
100					68			11,282	118,820	444,620		
110					78			16,392	149,018	481,018		
120					88			21,132	184,433	516,433		
130					98			26,712	220,862	552,862		
140					108			32,922	256,586	588,586		
150					118			39,832	292,213	624,213		
160					128			47,442	327,763	659,763		
170					138			55,752	363,247	695,247		
180					148			64,762	398,677	730,677		
190					158			74,472	434,063	766,063		
Eje L sobre el apoyo.												
34,5		344		5732	Origen tren vagones			5732	166,145	177,855		
40					5,5			562,125	140,653	203,347		
60					25,5			3456,125	57,602	286,398		
80					45,5			1513,875	18,923	362,923		
100					65,5			9283,875	92,839	436,839		
120					85,5			19853,875	165,449	509,449		
140					105,5			33223,875	237,313	581,313		
160					125,5			49393,875	308,712	652,712		
180					145,5			68363,875	379,799	723,799		

valores determinados máximos para los esfuerzos en los montantes y diagonales. La aplicación de la otra escala de cargas uniformes para los esfuerzos cortantes nos dará los valores definitivos para los esfuerzos en los montantes y diagonales mediante una simple proporción.

En el cuadro VI hemos reunido bajo la denominación de escalas a) y b) las cargas uniformes relativas a momentos flectores y esfuerzos cortantes. Para la escala a) se han promediado los valores para el centro y sexto de la luz. Con esto se tendrá un exceso de resistencia hacia la parte central del puente

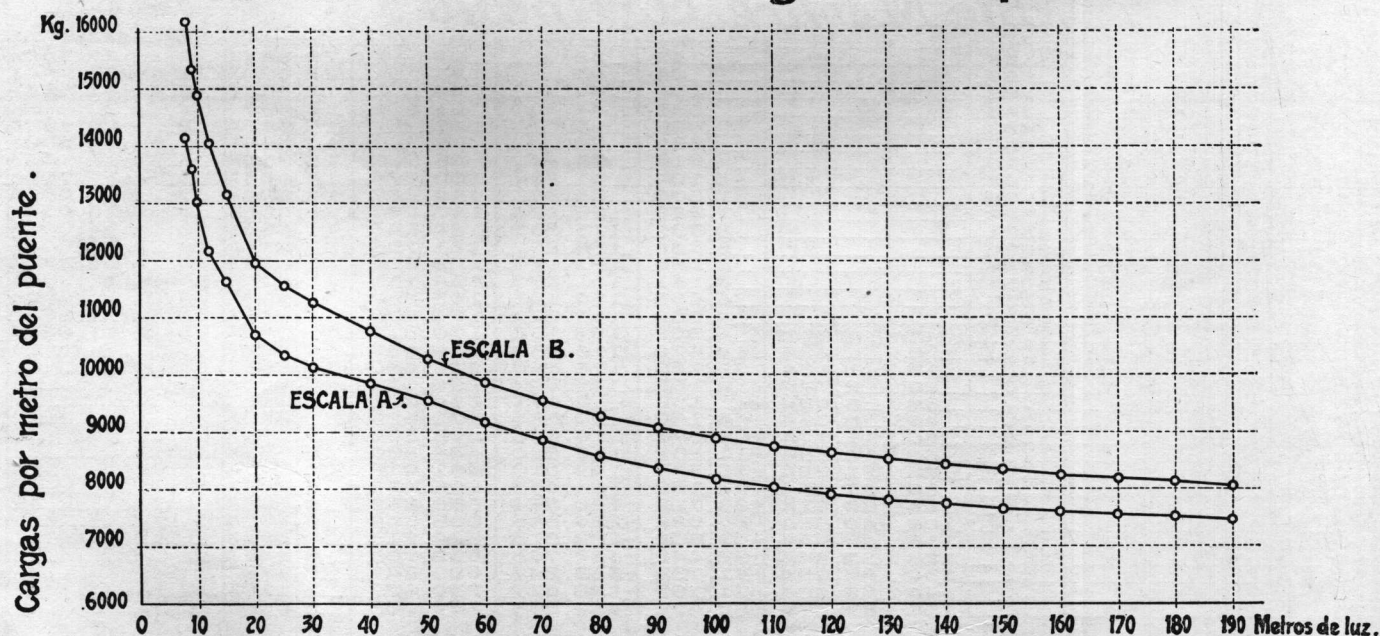
TREN TIPO PARA TROCHA 1,676 m.

Escalas de cargas equivalentes uniformemente repartidas á aplicar para el cálculo de los puentes.

Cuadro VI

Luces Metros	ESCALA A. Momentos Flectores Carga en Kg. por m. p.	ESCALA B. Esfuerzos Cortantes Carga en Kg. por m. p.	Luces Metros	ESCALA A. Momentos Flectores Carga en Kg. por m. p.	ESCALA B. Esfuerzos Cortantes Carga en Kg. por m. p.
8	14160	16190	80	8580	9290
9	13600	15330	90	8360	9070
10	13020	14900	100	8170	8900
12	12170	14040	110	8020	8750
15	11620	13170	120	7900	8610
20	10700	11950	130	7800	8510
25	10320	11560	140	7720	8410
30	10120	11260	150	7650	8320
40	9850	10750	160	7600	8250
50	9540	10270	170	7550	8180
60	9180	9870	180	7510	8120
70	8850	9550	190	7450	8060

Gráfico de las cargas á aplicar.



En general, determinadas las secciones de una obra para tal carga uniforme, sabemos, por el principio de la superposición de los pequeños efectos, que por simples proporciones podemos obtener todos los esfuerzos, deformaciones, etc., para otra carga de igual naturaleza.

sin que sea perjudicial el déficit hacia los apoyos. En efecto, si se trata de vigas de alma llena, se sabe que la curva real de momentos resistentes es envolvente de la teórica por razones constructivas, y en caso de vigas reticuladas es muy probable que suceda lo mismo.

TREN TIPO PARA TROCHA 1,676 m.
Cargas equivalentes para el cálculo de los momentos
en el medio del puente.

$$p = \frac{1}{a_n} \left[\sum P_n - \frac{1}{a_n} (\sum a_n P_n - \frac{1}{2} p_w l_w^2) \right]$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$l_n = 2a_n$	Abcisas a_n		P_n	ΣP_n	$a_n P_n$	$\Sigma a_n P_n$	Tren de vagones		7-9	$\frac{10}{a_n}$	5-11	Max.	Puntos singulares p.	Ejemplos
	izq.	der.					l_w	$\frac{1}{2} p_w l_w^2$						
Eje A sobre el medio?														
9	4,5		12	84	54	180				40	44		9,778	10
12		6,5	22	106	143	323				49	69,92		9,665	12
14	7		22	128	154	477				68	145		9,551	14
16		8	22	150	176	653				81	162,5		9,437	16
17	8,5		22	172	187	840				98	223		9,323	17
19		9,5	22	194	209	1049				110	241		9,209	19
20	10		22	216	220	1269				126	260		9,095	20
22		11	22	238	242	1511				152	334		8,981	22
24	11,5		22	260	263	1764				159	359		8,867	24
26		13,5	22	282	284	2034				148	356		8,753	26
27	12,5		22	304	295	2317				142	367		8,639	27
29		14,5	22	326	306	2613				150	328		8,525	29
30	14,5		22	348	317	2922				154	600		8,411	30
32		16,5	22	370	328	3244				156	558		8,297	32
34	16,5		22	392	339	3579				155	500		8,183	34
36		18	22	414	350	3926				155	500		8,069	36
Eje B sobre el medio?														
7		3,5	18	66	63	126				36	30		8,571	8
10		5	18	84	90	216				43	40,8		8,160	10
11	5,5		22	106	121	337				61	273		8,132	11
14		7	22	128	154	491				70	145		8,265	14
16		8	22	150	176	657				83	375		8,398	16
17	8,5		22	172	187	854				100	470		8,531	17
19		9,5	22	194	209	1063				111	395		8,664	19
20	10		22	216	220	1283				128	3		8,797	20
22		11	22	238	242	1525				148	656		8,930	22
24	11,5		22	260	263	1800				158	276		9,063	24
26		12,5	22	282	284	2100				166	462		9,196	26
27	12,5		22	304	295	2424				172	769		9,329	27
29		14,5	22	326	306	2772				165	143		9,462	29
30	14,5		22	348	317	3134				168	158		9,595	30
32		15	22	370	328	3510				172	172		9,728	32
34	16,5		22	392	339	3900				172	172		9,861	34
36		16,5	22	414	350	4304				172	172		9,994	36
Eje C sobre el medio?														
14	7		22	154	154	670				95	714		8,327	14
16		8	22	172	172	814				101	750		8,781	16
20	10		22	216	216	1283				121	600		9,058	20
22		11	22	238	238	1584				112	364		9,335	22
24	11,5		22	260	260	1900				125	478		9,612	24
26		12,5	22	282	282	2232				147	440		9,889	26
27	12,5		22	304	304	2579				145	559		10,166	27
29		14	22	326	326	2940				169	507		10,443	29
30	15		22	348	348	3314				185	506		10,720	30
32		15,5	22	370	370	3700				174	545		11,000	32
34	16,5		22	392	392	4104				171	563		11,277	34
36		16,5	22	414	414	4526				153	579		11,554	36
Eje D sobre el medio?														
3	1,5		22	44	33	33				22	22		14,667	3
6		2,5	22	56	50	63				25	200		12,320	6
9	3		22	68	66	129				43	66		10,000	9
12		4	22	80	88	229				59	455		9,667	12
14	4,5		22	92	99	329				64	714		9,333	14
16		5,5	22	104	110	434				78	400		9,000	16
17	5,5		22	116	126	554				101	533		8,667	17
18		6	22	128	138	679				104	557		8,333	18
19	6,5		22	140	150	809				118	591		8,000	19
20		7	22	152	162	944				121	520		7,667	20
22	7,5		22	164	174	1084				134	689		7,333	22
24		8	22	176	186	1229				150	571		7,000	24
26	8,5		22	188	198	1379				143	627		6,667	26
27		9	22	200	210	1534				136	530		6,333	27
29	9,5		22	212	222	1694				151	538		6,000	29
30		10,5	22	224	234	1859				138	556		5,667	30
32	11		22	236	246	2029				146	733		5,333	32
34		11,5	22	248	258	2204				119	158		5,000	34
36	12,5		22	260	268	2384								36
Eje E sobre el medio?														
3	1,5		22	44	33	33				44	22		14,667	3
6		1,5	22	56	50	63				44	22		12,320	6
9	3		22	68	66	129				48	25		10,000	9
12		4	22	80	88	229				59	70		9,667	12
14	4,5		22	92	99	329				59	143		9,333	14
16		5	22	104	110	434				73	200		9,000	16
17	5,5		22	116	126	554				82	588		8,667	17
18		6	22	128	138	679				81	585		8,333	18
19	6,5		22	140	150	809				82	588		8,000	19
20		7	22	152	162	944				81	585		7,667	20
22	7,5		22	164	174	1084				101	143		7,333	22
24		8	22	176	186	1229				113	636		7,000	24
26	8,5		22	188	198	1379				123	121		6,667	26
27		9	22	200	210	1534				118	180		6,333	27
29	9,5		22	212	222	1694				147	942		6,000	29
30		10,5	22	224	234	1859				146	714		5,667	30
32	11		22	236	246	2029				158	661		5,333	32
34		11,5	22	248	258	2204				166	625		5,000	34
36	12,5		22	260	268	2384				144	744		4,667	36
Eje F sobre el medio?														
9	4,5		18	106	81	213				135	122		15,037	9
12		5,5	18	128	99	279				135	122		12,251	12
14	6		18	150	117	351				135	122		9,917	14
16		6,5	18	172	135	423				135	122		7,593	16
17	6,5		18	194	153	501				135	122		5,269	17
19		7,5	18	216	171	585				135	122		2,945	19
20	7,5		18	238	189	675				135	122		600	20
22		8,5	18	260	207	771				135	122		100	22
24	8,5		18	282	225	873				135	122		100	24
26		9,5	18	304	243	981				135	122		100	26
27	9,5		18	326	261	1095				135	122		100	27
29		10,5	18	348	279	1215				135	122		100	29
30	10,5		18	370	297	1341				135	122		100	30
32		11,5	18	392	315	1473				135	122		100	32
34	11,5		18	414	333	1611				135	122		100	34
36		12,5	18	436	351	1755				135	122		100	36

"REVISTA TÉCNICA" - BUENOS AIRES, No. 297.

MOMENTOS FLECTORES - EJES A COLOCAR

TREN TIPO PARA TI

$P_w = 7,5 \text{ por m.}$										K	J	I	H	G	F
										(18)	(18)	(18)	(18)	(22)	(22)
										1,5	1,5	2	1,5	3	1,5
Sumas de abscisas sobre										30,5	29	27,5	25,5	24	21
" " cargas sin										288	270	252	234	216	194
Sumas de abscisas sobre										46,714	29	27,5	26	24	22,5
" " cargas sin										390	266	248	230	212	194
64,071										27,5	26	24,5	22,5	21	18
500										368	244	226	208	190	172
76,5										30	24,5	23	21,5	19,5	18
61,071										37,5	36,786	30	24,5	23	21,5
590										482	317	312	264,5	226	208
90,429										75	37,5	35	30	23	21,5
680										572	309,5	292	257	208	190
103,857										88,428	40	32,714	32,428	21	19,5
770										662	323	272	270	190	172
117,785										102,357	47,5	46,643	40	30,928	25
860										752	368	362	315,5	252	210,5
125,071										114,786	62,5	59,071	53,643	43,357	40
920										848	482	458	420	348	324,5
141,428										122,571	75	45	44,285	35	31,428
1030										898	565	355	350	285	260
158,785										139,928	75	68,5	60	55,643	52,5
1140										1008	553,5	508	448,50	418	396

Cuadro III

A COLOCAR EN $\frac{1}{6}$ DE LA LUZ DEL PUENTE

0 PARA TROCHA DE 1676 mm.

H	G	F	E	D	C	B	A	R	Q	P	O	N	M	L	
(18)	(22)	(22)	(22)	(22)	(12)	(18)	(18)	(18)	(18)	(22)	(22)	(22)	(22)	(12)	
5	3	1,5	1,5	1,5	2,5	3	1,5	2	1,5	3	1,5	1,5	1,5	2,5	1,5
24	21	19,5	18	16,5	14	11	9,5	7,5	6	3	1,5	0	7,5	20	27,5
234	216	194	172	150	128	116	98	80	62	44	22	0	110	170	
22,5	19,5	18	16,5	15	12,5	9,5	8	6	4,5	1,5	0	7,5	15	27,5	35
212	194	172	150	128	106	94	76	58	40	22	0	110	220	280	
21	18	16,5	15	13,5	11	8	6,5	4,5	3	0	7,5	15	22,5	35	42,5
190	172	150	128	106	84	72	54	36	18	0	110	220	330	390	
18	15	13,5	12	10,5	8	5	3,5	1,5	0	15	22,5	30	37,5	50	57,5
172	154	132	110	88	66	54	36	18	0	110	220	330	440	500	
16,5	13,5	12	10,5	9	6,5	3,5	2	0	7,5	22,5	30	37,5	45	57,5	65
154	136	114	92	70	48	36	18	0	90	200	300	420	530	590	
14,5	11,5	10	8,5	7	4,5	1,5	0	10	17,5	32,5	40	47,5	55	67,5	75
136	118	96	74	52	30	18	0	90	180	290	400	510	620	680	
13	10	8,5	7	5,5	3	0	7,5	17,5	25	40	47,5	55	62,5	75	82,5
118	100	78	56	34	12	0	90	180	270	380	490	600	710	770	
10	7	5,5	4	2,5	0	15	22,5	32,5	40	55	62,5	70	77,5	90	97,5
106	88	66	44	22	0	90	180	270	360	470	580	690	800	860	
7,5	4,5	3	1,5	0	12,5	27,5	35	45	52,5	67,5	75	82,5	90	102,5	110
84	66	44	22	0	60	150	240	330	420	530	640	750	860	920	
6	3	1,5	0	7,5	20	35	42,5	52,5	60	75	82,5	90	97,5	110	117,5
62	44	22	0	110	170	260	350	440	530	640	750	860	970	1030	

TREN TIPO PARA TROCHA 1,676 m.
Cargas equivalentes para el cálculo de los momentos
en el sexto de la luz del puente.

$$p = \frac{1}{a_n} \left[\sum P_n - \frac{6}{10a_n} (5\sum \alpha'_n P'_n + \sum \alpha''_n P''_n - \frac{1}{2} p_w l_w^2) \right]$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$l_n = 2a_n$	Abcissas		P_n	ΣP_n	$a''_n P''_n$	$\Sigma a''_n P''_n$	Tren de vagones		$(7)-(9)$	$\frac{6}{10} (10)$	$\frac{(11)}{a_n}$	$(5)-(12)$	Max.	Puntos singulares P.	Ejemplos	
	a''_n	$5a'_n$					l_w	$\frac{1}{2} p_w l_w^2$							carga por metro.	> p.c.
(P) Locomotora invertida																
1,8	1,5		22	44	33	33				19,8	22	22		24,444	13,867	4,01
5,4	4,5		22	66	66	99				59,4	33	33		18,333	12,252	3,98
9,0	7,5		22	88	99	132				99,0	44	44		16,296	11,103	
12,6			22	110	132	165				138,6	55	55		14,218	10,716	
16,2			22	132	165	198				178,2	66	66		12,181	9,967	
19,8			22	154	198	231				217,8	77	77		10,144	8,522	
23,4			22	176	242	264				257,4	88	88				
27,0			22	198	294	297				297,0	99	99				
30,6			22	220	346	330				336,6	110	110				
34,2			22	242	398	363				376,2	121	121				
37,8			22	264	450	396				415,8	132	132				
41,4			22	286	502	429				455,4	143	143				
45,0			22	308	554	462				495,0	154	154				
48,6			22	330	606	495				534,6	165	165				
52,2			22	352	658	528				574,2	176	176				
55,8			22	374	710	561				613,8	187	187				
59,4			22	396	762	594				653,4	198	198				
63,0			22	418	814	627				693,0	209	209				
66,6			22	440	866	660				732,6	220	220				
70,2			22	462	918	693				772,2	231	231				
73,8			22	484	970	726				811,8	242	242				
77,4			22	506	1022	759				851,4	253	253				
81,0			22	528	1074	792				891,0	264	264				
84,6			22	550	1126	825				930,6	275	275				
88,2			22	572	1178	858				970,2	286	286				
91,8			22	594	1230	891				1009,8	297	297				
95,4			22	616	1282	924				1049,4	308	308				
99,0			22	638	1334	957				1089,0	319	319				
102,6			22	660	1386	990				1128,6	330	330				
106,2			22	682	1438	1023				1168,2	341	341				
109,8			22	704	1490	1056				1207,8	352	352				
113,4			22	726	1542	1089				1247,4	363	363				
117,0			22	748	1594	1122				1287,0	374	374				
120,6			22	770	1646	1155				1326,6	385	385				
124,2			22	792	1698	1188				1366,2	396	396				
127,8			22	814	1750	1221				1405,8	407	407				
131,4			22	836	1802	1254				1445,4	418	418				
135,0			22	858	1854	1287				1485,0	429	429				
138,6			22	880	1906	1320				1524,6	440	440				
142,2			22	902	1958	1353				1564,2	451	451				
145,8			22	924	2010	1386				1603,8	462	462				
149,4			22	946	2062	1419				1643,4	473	473				
153,0			22	968	2114	1452				1683,0	484	484				
156,6			22	990	2166	1485				1722,6	495	495				
160,2			22	1012	2218	1518				1762,2	506	506				
163,8			22	1034	2270	1551				1801,8	517	517				
167,4			22	1056	2322	1584				1841,4	528	528				
171,0			22	1078	2374	1617				1881,0	539	539				
174,6			22	1100	2426	1650				1920,6	550	550				
178,2			22	1122	2478	1683				1960,2	561	561				
181,8			22	1144	2530	1716				2000,0	572	572				
185,4			22	1166	2582	1749				2039,6	583	583				
189,0			22	1188	2634	1782				2079,2	594	594				
192,6			22	1210	2686	1815				2118,8	605	605				
196,2			22	1232	2738	1848				2158,4	616	616				
199,8			22	1254	2790	1881				2198,0	627	627				
203,4			22	1276	2842	1914				2237,6	638	638				
207,0			22	1298	2894	1947				2277,2	649	649				
210,6			22	1320	2946	1980				2316,8	660	660				
214,2			22	1342	2998	2013				2356,4	671	671				
217,8			22	1364	3050	2046				2396,0	682	682				
221,4			22	1386	3102	2079				2435,6	693	693				
225,0			22	1408	3154	2112				2475,2	704	704				
228,6			22	1430	3206	2145				2514,8	715	715				
232,2			22	1452	3258	2178				2554,4	726	726				
235,8			22	1474	3310	2211				2594,0	737	737				
239,4			22	1496	3362	2244				2633,6	748	748				
243,0			22	1518	3414	2277				2673,2	759	759				
246,6			22	1540	3466	2310				2712,8	770	770				
250,2			22	1562	3518	2343				2752,4	781	781				
253,8			22	1584	3570	2376				2792,0	792	792				
257,4			22	1606	3622	2409				2831,6	803	803				
261,0			22	1628	3674	2442				2871,2	814	814				
264,6			22	1650	3726	2475				2910,8	825	825				
268,2			22	1672	3778	2508				2950,4	836	836				
271,8			22	1694	3830	2541				2990,0	847	847				
275,4			22	1716	3882	2574				3029,6	858	858				
279,0			22	1738	3934	2607				3069,2	869	869				
282,6			22	1760	3986	2640				3108,8	880	880				
286,2			22	1782	4038	2673				3148,4	891	891				
289,8			22	1804	4090	2706				3188,0	902	902				
293,4			22	1826	4142	2739				3227,6	913	913				
297,0			22	1848	4194	2772				3267,2	924	924				
300,6			22	1870	4246	2805				3306,8	935	935				
304,2			22	1892	4298	2838				3346,4	946	946				
307,8			22	1914	4350	2871				3386,0						

¿Hasta qué punto pueden aplicarse las conclusiones anteriores a un puente metálico estáticamente indeterminado o un arco metálico de mampostería o de cemento armado? Es evidente casi, que si nuestras escalas de sobrecargas para los esfuerzos cortantes y momentos flectores pueden dar resultados algo distintos en el caso de vigas independientes, a menos que se trate de condiciones especiales, tendrán que dar resultados algo más favorables para vigas continuas, cantilevers, etc. Más todavía: no habría en realidad inconveniente alguno en extender las conclusiones para puentes inferiores a 8 metros si se quiere hacer el cálculo por cargas uniformes, pareciendo, sin embargo, que, hasta luces de 10 a 15 metros, el cálculo directo es más simple.

En realidad todos los datos consignados en nuestros cuadros se refieren al tren tipo de trocha de 1,676 m. Si la repartición de las cargas en las locomotoras y vehículos para otra trocha difiriera de una manera notable de la de dicho tren, podríamos siempre afirmar que para una cierta luz el error cometido al aplicar las escalas será pequeño, pero no que se obtendrá también después de los 8 metros de longitud del tramo. Pero si las cargas, al variar, mantuvieran una cierta uniformidad con las del otro tren, especialmente quedando constante o poco diferente la relación del peso por metro de locomotoras al de los vagones, los resultados serán los mismos y, por lo tanto, generales.

De ahí, pues, una nueva necesidad práctica de tener esos trenes uniformes a que me he referido en el artículo citado, publicado en la *Revista Técnica*, facilitándose y generalizándose con ellos todos los resultados. Justamente los trenes definitivos que he propuesto, indicados anteriormente, responden en lo mejor posible a esa condición.

En virtud de todo lo expuesto resulta, pues, que a menos de tratarse de obras excepcionales por su dimensión y forma, las dos clases de escalas de sobrecargas son generales para todos los puentes, cualquiera que sea el material que los constituya. Suponiendo por otra parte conocidos los pesos propios de las obras y la acción del viento, tendremos, con nuestras dos escalas, conocidas las cargas totales a aplicar para determinar los esfuerzos cortantes y momentos flectores, de cuyo conocimiento depende el cálculo de la obra.

En particular para los puentes metálicos deben tenerse presente las siguientes reglas:

a) Para el cálculo de los cordones de las vigas principales de los puentes metálicos de tramos independientes, la carga accidental por metro de vía será la de la escala *a* y repartida en toda la longitud entre apoyos.

Si se trata de vigas principales de un arco, con ó sin tímpanos rígidos, se podrá aún, para no volver a los trenes tipos, emplear la escala *a*; será necesario solamente considerar la carga que corresponde a la longitud sobrecargada y no a toda la luz.

b) Para el cálculo del alma llena o de los montantes y diagonales en las mismas vigas, en cuanto a esfuerzos cortantes y efectos de corte, se usará la escala *b*, tomando como entrada, en el cuadro VI,

la longitud sobrecargada ⁽¹⁾. Para las vigas independientes usuales esta longitud será distinta para cada sección, y se extenderá desde ésta a uno u otro de los apoyos, según el sentido del esfuerzo cortante buscado.

c) Para las vigas continuas se calcularán los cordones admitiendo, para los tramos sobrecargados, las cargas que, según la escala *a* corresponden a sus luces, teniendo en cuenta las combinaciones de sobrecarga, que producen los máximos momentos de flexión.

Para las diagonales y montantes se admitirán, para el tramo considerado, las cargas de la escala *b* y para las combinaciones de otros tramos sobrecargados simultáneamente, las cargas de la escala *a*.

d) Para los puentes de vigas-consolas (cantilevers, sistema Firth of Forth) se podrán también usar las escalas.

Se tratará naturalmente la construcción central, colocada sobre consolas, como una viga independiente siendo las cargas de apoyo, avaluadas según la escala *b*, los esfuerzos que será necesario suponer aplicados en la extremidad de las consolas (cantilevers). Se tendrán, además, en cuenta las cargas móviles, que éstas tienen que soportar directamente, utilizando las dos escalas como sigue:

Para el cálculo de los cordones se sobrecargan las consolas, según la escala *a* sobre toda la longitud, sirviéndose del doble de ella como entrada en el cuadro VI.

Para el cálculo de la parte de celosía se sobrecargarán las consolas según la escala *b*, desde su extremidad a la sección considerada, tomando esta longitud sobrecargada aumentada de su mitad, como entrada en el cuadro VI.

e) Las longrinas pueden ser tratadas como vigas principales de pequeños puentes, apoyándose sobre las viguetas como si fueran estribos o pilares.

f) Las viguetas se considerarán como pilares o estribos soportando las longrinas como vigas principales.

Para el cálculo de las vigas transversales intermedias se admitirá como carga móvil, la mitad de la carga total que, según la escala *a*, se aplicaría a un puente teniendo por luz la distancia entre las dos vigas transversales inmediatas a la considerada.

La prueba de los puentes metálicos. — Son conocidos los notables trabajos realizados por diversos ingenieros, especialmente por Rabut, para el estudio experimental de los puentes metálicos, con objeto de deducir nuevas teorías o verificar los métodos de cálculo empleados. Desgraciadamente, no es posible proceder del mismo modo con cada una de las obras que se construyen; de donde surge la necesidad de emplear, o mejor dicho, continuar empleando los métodos más expeditos fundados en la flexión elástica, el examen de las diversas partes de la obra y apoyos y a lo más el del trabajo de determinadas piezas que parecen encontrarse en condiciones desfa-

(1) En los puentes en arco, las longitudes a sobrecargar serán objeto de una investigación especial.

vorables. Limitado así, el examen de un puente no tiene en realidad una importancia grande; es para el ingeniero una simple indicación de sus condiciones de estabilidad, y en todo caso de que no se realicen las previsiones del cálculo, intervendrá el criterio profesional para juzgar si la obra debe o no ser aceptada y entregada al servicio.

En el Congreso de Ferrocarriles de 1900, el relator de la sección relativa al cálculo y prueba de puentes, decía: "Las sobrecargas de prueba iniciales y periódicas usadas en casi todos los países para los puentes metálicos, son indispensables; *constituyen una garantía de seguridad que se debe al público de viajeros y al personal de servicio.* Sin embargo, los resultados favorables suministrados por estas pruebas no constituyen más que una indicación para los ingenieros; no dispensan de ninguna manera del servicio detallado de vigilancia y conservación con cernientes á todas las partes que componen cada construcción".

La prueba más simple que se puede realizar en los puentes metálicos nuevos, y con mayor razón en los que están en servicio, para no interrumpir mucho la continuidad del tráfico, es la determinación de las flechas y su comparación con las flechas calculadas. Esto exige, naturalmente, el cálculo elástico para las cargas de que se dispondrá realmente en el terreno.

Ahora bien, si se reflexiona sobre lo que se ha indicado del grado de confianza que deben inspirarnos las pruebas sobre las variaciones de los módulos de elasticidad, para los cuales se adoptan promedios, los errores que se introducen en el cálculo de la deformación por no tener en cuenta diversos esfuerzos secundarios, etc., se comprende que la adopción de sobrecargas poco diferentes, en repartición ó intensidad, de las cargas reales no modificarán sensiblemente los resultados teóricos que la práctica no siempre confirmará.

Hemos visto cómo para el cálculo de las dimensiones de un puente se pueden emplear sin inconveniente las escalas *a* y *b* de momentos flectores y esfuerzos cortantes. Cada una de ellas suministra determinados valores de las tensiones máximas en las barras. Para los cordones debe cargarse todo el puente; para las barras de celosía solo una parte.

Supongamos por un momento el puente sometido a toda la carga uniforme que da la escala *a* y que corresponde á cierto eje que producía el momento máximo en la sección central, aumentada luego, como hemos dicho, en un pequeño porcentaje para tener en cuenta el efecto en el sexto de la luz. Es claro que mientras el eje dado permanece en el centro del puente, no está en general en el sexto de la luz el eje que producía en esta última sección el momento máximo. De ahí que la diferencia entre los momentos en el centro de la luz y de los momentos *simultáneos* en otras secciones, particularmente la del sexto, sean superiores, en general, a los que asignan los cuadros II y IV. Para tener una idea de la importancia de estas diferencias, hemos calculado los momentos simultáneos para diferentes luces, con relación a los que de la escala *a*.

Como en las fórmulas (4) y (6), *m* indica la relación de distancias de la sección a los apoyos izquierdo y derecho respectivamente. Para las *m* — 1 secciones intermedias distintas de la central y equidistantes de derecha a izquierda, los momentos flectores reales tienen el siguiente mayor porcentaje con relación al momento que daría la carga uniforme calculada para el centro:

Para $l = 15$ y $m = 5$; + 12,1; — 5,9; — 7,3; + 8,1
 „ $l = 20$ „ $m = 4$; + 12,9; + 2, ; + 2,8; + 2,9
 „ $l = 30$ „ $m = 5$; + 4,4; + 4,7; + 2,4; + 5,
 „ $l = 35$ „ $m = 6$; + 3,9; + 3,7; + 2,5; + 0,19; + 0,09; + 5,
 „ $l = 40$ „ $m = 7$; + 4,5; + 0,06; + 1,6; + 3,5; + 1,6; + 4,9
 „ $l = 60$ „ $m = 5$; + 0,33; + 0,32; + 3,5; + 4,5
 „ $l = 120$ „ $m = 4$; — 2,8; + 3,4; + 2,1; + 3,4

Vemos, pues, que a partir de cierta luz, el empleo de la carga uniforme de la escala *a* dará para los momentos flectores y, por lo tanto, para los esfuerzos en los cordones, valores muy poco diferentes de los reales.

Si en lugar de suponer, para cada luz, el tren colocado de tal modo que esté en la sección central el eje al cual corresponde la carga de la escala *a*, suponemos colocado otro eje (que en consecuencia dará una carga uniforme inferior), los porcentajes precedentes serán aún menores. También podrá aumentarse la carga uniforme de la mitad de la diferencia máxima reduciéndose el error en una mínima proporción.

Por lo tanto, podemos siempre encontrar para cada luz de puente una posición del tren de cálculo, gravitando en la totalidad o casi totalidad del mismo, tal que los momentos flectores simultáneos en todas las secciones difieran muy poco de los momentos que daría una cierta carga uniformemente repartida fácil de determinar, y esto para todas las luces mayores de 10 metros (límite a partir del cual se acostumbra a probar los puentes). Con esta sobrecarga uniforme se calculan rápidamente todos los esfuerzos en las barras y la deformación elástica resultante: es claro que la escala *b* no puede aplicarse para las barras de celosía porque para su determinación se admite sólo una parte del tramo sobrecargado. Si se dispusiera, pues, en el terreno, de un tren igual al de prueba, nada más fácil que comparar experimentalmente la flecha producida a la calculada. Si no se dispone de este tren, se calculará la carga uniforme equivalente al tren disponible y una simple proporción dará la flecha teórica que debe compararse a la experiencia. Mediante estas proporciones resulta muy simple renovar las pruebas de puentes, aun cuando cambien los trenes en uso, sin tener que repetir cada vez cálculos largos y fastidiosos.

Si se quiere estudiar especialmente el comportamiento de una barra, basta realizar ya con el tren tipo, ya con el tren real una carga uniformemente repartida equivalente que gravitará, al hacer la prueba, sobre la misma parte del puente que, en la teoría, es necesaria para producir el efecto máximo o más desfavorable.

Finalmente, una empresa puede realizar la prueba de sus puentes en condiciones más ventajosas aun,

para la comparación de lo teórico con lo real, si adopta para los ensayos un tren compuesto únicamente de tenders, o aun de vagones, prefiriéndose los de 2 o 3 ejes todos del mismo tipo y capacidad.

En resumen, si la deformación elástica de un puente se determina para cargas uniformemente repartidas, en la práctica pueden realizarse fácilmente dichas cargas: los resultados a comparar en la experiencia se deducen mediante simples proporciones. Una vez analizados dichos resultados podrá tenerse una opinión definitiva sobre el comportamiento de la obra. Bastará que cada empresa determine las escalas *a* y *b* o análogas para el tren de que dispondrá.

En cuanto a los esfuerzos y deformaciones debidas a la carga permanente nada de particular tenemos que agregar.

Reglamento para el cálculo y prueba de puentes metálicos. — Aun cuando algunas de las conclusiones a que hemos llegado podrían aplicarse a los puentes de cualquier clase, hemos estudiado por ahora lo que concierne a los puentes metálicos a fin de conseguir una nueva reglamentación oficial.

En esta clase de cuestiones no podemos ni debemos procurar otra cosa que adaptar a nuestro país lo que se hace en otros. A causa del carácter de nuestras líneas férreas, el origen de los capitales y la forma en que se han otorgado las concesiones parece deber apartarse toda intervención oficial en la adquisición de los materiales; hay que suponer que responden de hecho a las condiciones exigidas por los gobiernos europeos.

Tomando, pues, el reglamento suizo de 1913, que nos ha parecido el más moderno y completo, suprimiendo el capítulo relativo a las cualidades y ensayos del material y adaptando el resto a las condiciones de nuestro país, teniendo además en cuenta todo lo expuesto, hemos redactado el reglamento para el cálculo y prueba de los puentes metálicos que agregamos como anexo y esperamos merecerá la aprobación del P. E. La mayor parte de las empresas ferroviarias han dado su conformidad al mismo, en casi todos sus detalles, habiéndoseles siempre dado intervención amplia para tratar esta importante cuestión.

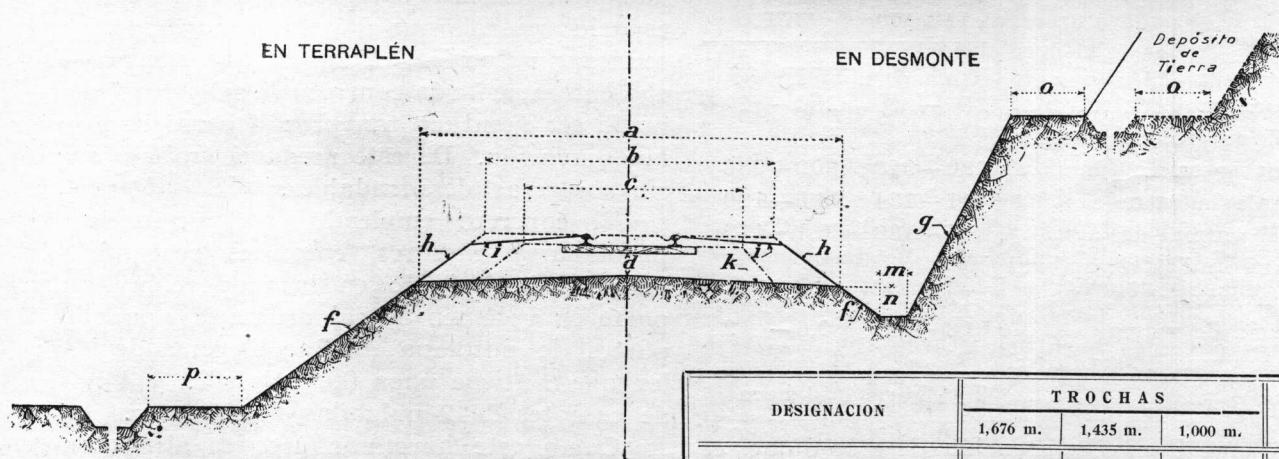
Especialmente las cuatro empresas de trocha ancha más importantes del país (Sud, Oeste, Pacífico y Central Argentino) han dedicado una atención especial al asunto, encomendando al ingeniero Lowe Brown el estudio de la cuestión. Este distinguido ingeniero, ex director de las Obras del Subterráneo del Ferrocarril Oeste, y actual jefe de Vía y Obras de la Empresa, nos ha presentado un notable estudio del cálculo y prueba de los puentes, del cual no hemos vacilado en tomar numerosas partes sin modificación alguna: su gran experiencia y preparación teórica en esta clase de cuestiones nos han sido de gran utilidad. Por otra parte, es siempre grato llegar a armonizar en todo lo posible las tendencias oficiales con los intereses de las empresas, como casi ha sucedido en el caso actual.

Enero de 1916.

B. LAUREL.

(Terminará)

PERFILES TRANSVERSALES DE LA VIA APROBADOS POR DECRETO DE ABRIL 19 DE 1916



NOTAS

I. — Con balastos de buena calidad, el nivel de los mismos podrá limitarse hasta la cara superior de los durmientes.

II. — El contacto del balasto con el riel, debe evitarse en los terrenos salitrosos.

III. — Las cunetas de desagüe podrán suprimirse en los terrenos socavables.

IV. — Las inclinaciones consignadas indican relación de altura a base.

Febrero de 1916.

El Inspector General de Construcciones Particulares
BERNARDO LAUREL

El Director General de Ferrocarriles
PABLO NOGUES

DESIGNACION	TROCHAS			OBSERVACIONES
	1,676 m.	1,435 m.	1,000 m.	
PLATAFORMA				
a	5,60 m.	5,30 m.	4,40 m.	Mínima
f (Tierra).....	2 : 3	2 : 3	2 : 3	Máxima
f (Tosca, etc.).....	1 : 1	1 : 1	1 : 1	id.
g (Tierra suelta).....	2 : 3	2 : 3	2 : 3	id.
g (Id. dura).....	1 : 1	1 : 1	1 : 1	id.
g (Tosca y Terrenos análogos).....	3 : 2	3 : 2	3 : 2	id.
g (Roca).....	1 : 50	1 : 50	1 : 50	Máxima, vertical
k	1 : 20	1 : 20	1 : 20	Normal
k	0,30 m.	0,30 m.	0,30 m.	Máxima
m	0,24 m.	0,24 m.	0,24 m.	Mínima
n	1,00 m.	1,00 m.	1,00 m.	id.
o	2,00 m.	2,00 m.	2,00 m.	id.
p				id.
BALASTO DE PIEDRA				
c	3,15 m.	2,80 m.	2,50 m.	Mínima
d	0,25 m. (1)	0,25 m. (1)	0,25 m. (1)	id.
h	1 : 1	1 : 1	1 : 1	Máxima
OTROS BALASTOS				
b	3,90 m.	3,50 m.	2,70 m.	Mínima
d	0,20 m.	0,20 m.	0,20 m.	id.
h	2 : 3	2 : 3	2 : 3	Máxima
i	1 : 20	1 : 20	1 : 20	id.

NOTA : (1) Para vías auxiliares, el mínimo será 0,20 m.

HIDRAULICA

DIQUES DE CARENA ULTIMAMENTE CONSTRUIDOS EN ITALIA

DESCRIPCION GENERAL

Los principales puertos italianos están provistos de diques de carena suficientes para las necesidades de la armada y la navegación mercantil. Entre los mejores y más grandes se puede mencionar el dique seco del arsenal de marina de Spezia, y los del puerto comercial de Génova construidos en 1892 por el autor, y entre los más recientes, los de Nápoles y Palermo. El largo de ellos varía de 600 a 720 piés (183 á 220 metros), de modo que pueden admitir los buques más grandes que navegan en el mar Mediterráneo.

Hasta hace poco no se podía decir lo mismo de los arsenales navales de Venecia y Taranto, en los que se notaba la falta de algún dique de carena moderno, capaz de admitir los Super-Dreadnoughts actuales.

En el año 1911 se decidió la construcción en esos puertos de diques de las dimensiones siguientes:

	TARANTO		VENECIA	
	metros	piés	metros	piés
Largo actual de la entrada..	250	— 820	250	— 820
Los diques pueden ser alargados hasta	280	— 920	300	— 986
Ancho de la entrada	41	— 134	36,5	— 120
A nivel normal del agua....	40,5	— 133	36,1	— 119
Profundidad del umbral (aguas normales).....	12	— 39,4	11	— 36,2
Diferencia de marea.....	0,3	— 1	0,6	— 2
Tiempo para desagotar el dique	3 ½	horas	4	horas

Lo que llama la atención de esos diques es su ancho excepcional — 134 piés a la entrada — que talvz los haga los más anchos existentes.

Esta dimensión excepcional fué adoptada para permitir la admisión de buques en estado tan averiado que necesiten ayuda de *flotadores* laterales para impedir su hundimiento.

La conveniencia de esta sábia previsión fué demostrada con motivo de las operaciones de salvataje del crucero de batalla "San Giorgio".

Otro aspecto importante de estos nuevos diques de carena es la gran profundidad del umbral, (de 8 a 10 piés más que la usual),

y también su facultad para admitir buques hasta en estado de submersión es casi completa.

SISTEMA DE CONSTRUCCION

El dique excavado en Taranto, (Fig. N.º 1) que ahora está casi concluido, fué construido en tierra seca, sin dificultades especiales y por medio de métodos ordinarios. Está fundado sobre una capa de arcilla compacta.

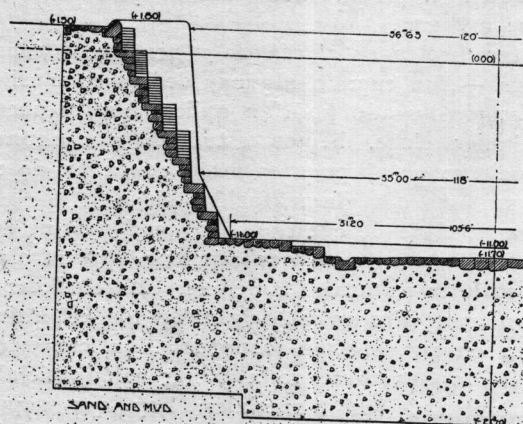


Fig. 1. Dique de carena de Venecia.

Las dos paredes laterales fueron construídas primeramente entre tablestacas, dejando el espacio central, que fué excavado después por secciones reducidas, de modo que el piso — hecho enteramente de concreto de cal y puzolana, — podía ser ejecutado tan pronto como avanzaba la excavación. De este modo el trabajo siguió sin sorpresas desagradables.

El concreto empleado, compuesto de cal, puzolana y cascotes, como es costumbre en Italia, fué empleado en la proporción de una parte en volumen de cal ordinaria apagada, 2 partes de puzolana de Bacoli, cerca de Nápoles, que contiene unos 60 % de sílice y 4 partes de cascotes de 2 pulgadas de diámetro.

Como este hormigón necesita alrededor de 2 semanas para fraguar y adquirir la suficiente consistencia que permita la colocación de otra capa, se dispuso apurar el fraguado agregando 8 Kg. de cemento Portland por cada metro cúbico de concreto, lo que aumentaba la resistencia a la compresión considerablemente, es decir, de 95 a 160 libras por pulgada cuadrada después de 28 días. (6 a 11 Kg. por cm. cuadrado).

El dique de carena de Venecia (Fig. N.º 2) se construyó en el mar sobre un fondo de arena mezclado con un poco de arcilla, bastante compacta,

pero muy permeable. Así es que esta obra fué ejecutada bajo el agua, por medio de cajones de aire comprimido, suspendidos por pontones y que podían ser levantados tan pronto como se concluía una capa. Se colocaban unos 200 m³ durante las 20 horas que constituye un día de trabajo. Este método es muy común

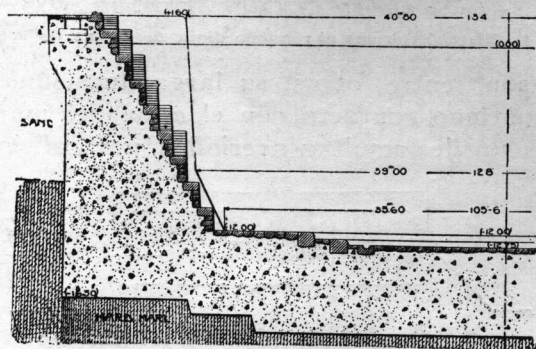


Fig. 2. Dique de carena de Taranto.

en Italia. Los diques secos de Génova, Nápoles y Palermo fueron todos construídos de esta manera, sin ninguna dificultad especial, aunque con un costo muy elevado.

Para evitar el peligro de descomposición del hormigón de cemento provocado por la filtración del agua de mar cuando el dique está seco, se agrega al cemento algo de puzolana.

Esta, siendo rica en sílice, neutraliza todo el exceso de cal que presenta en el hormigón y forma un compuesto que deberá resistir a la descomposición durante siglos, así como las obras romanas hechas con puzolana han resistido hasta la actualidad.

Las proporciones adoptadas fueron:

	Revestimiento externo	Corazón
Cemento Portland.....	850 litros	550 litros
Puzolana.....	0,10 m ³	0,07 m ³
Arena.....	0,45 „	0,44 „
Cascotes.....	1,00 „	1,00 „

En el concreto N° 1, destinado al revestimiento exterior, se aumentó la cantidad de cemento y puzolana para obtener más compacidad e impermeabilidad. Bajo una presión de 30 piés de agua no mostró ninguna señal de filtración después de tres días. La resistencia contra rotura por compresión después de 7 y 28 días respectivamente, es de 1690 libras y 2180 libras por pulgada cuadrada (76 y 153 kg. por cm. ²). Todo el dique está revestido de mampostería excepto los huecos para los flotadores, que son de granito.

Las compuertas para cerrar la entrada a los diques de carena son de un tipo especial,

usado por primera vez en Génova, en 1892, por el autor, y aplicado después para obras semejantes en Italia, y también en los dos diques de carena de Bahía Blanca en la República Argentina.

Este tipo es de construcción muy sencilla. La compuerta es fácilmente movable y puede ser conservada en buen estado con un gasto mínimo. Debido a su forma completamente poliédrica y a su construcción, son accesibles en cualquier parte, incluso los tanques intermedios.

Estos están formados (ver figura N° 3) con dos vigas maestras, A B y C D unidas por las chapas A C y B D, formando entre las cuatro una viga hueca, la que al mismo tiempo funciona como flotador para levantar y bajar toda la compuerta. Esta viga hueca soporta un armazón C D F que se apoya en F contra el umbral y proporciona el apoyo rígido necesario para las chapas de hierro F G.

Encima de la viga hueca hay otro armazón A M H L y H N B L que sostiene la chapa de hierro H L atornillada a la viga M N la que al mismo tiempo sirve de pasaje para cruzar la entrada del dique.

El diafragma impermeable está formado por las chapas H L, L A, A C, C G, G F.

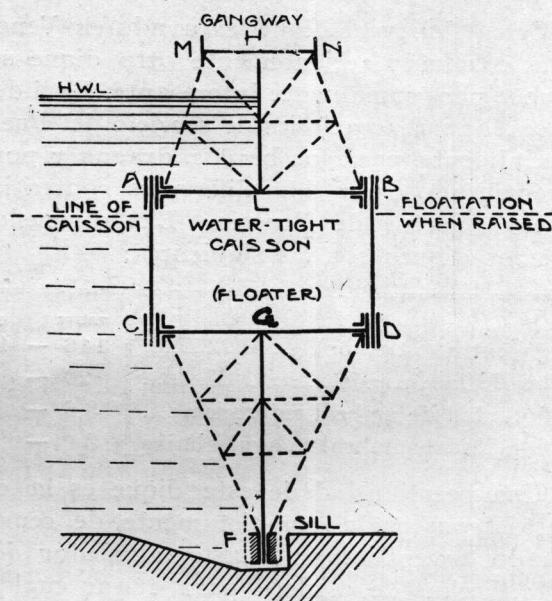


Fig. 3. Diagrama de la Compuerta Prof. Luigi adoptada para los diques de carena de Genova, Nápoles, Palermo, Spezia, Taranto y Venecia en Italia, y Bahía Blanca en la República Argentina.

Siendo simétrica la compuerta, puede ser invertida, de modo que el frente que por un tiempo ha estado expuesto al agua de mar puede ser vuelto al lado interior del dique para ser limpiado y pintado.

La altura de la viga hueca A B C D excede de 8, 9 piés de manera que cada parte puede ser inspeccionada con facilidad y bien conservada.

La maniobra de la compuerta se hace simplemente abriendo o cerrando unas válvulas abajo o encima de la línea de flotación según la posición de la compuerta, es decir, si está en sus ranuras o flotando. De este modo y sin ayuda de ninguna bomba especial o agregado artificial de agua, la maniobra puede ser ejecutada por un solo hombre.

La única aplicación de bomba mecánica consiste en una bomba a mano que se usa para la extracción de la pequeña cantidad de agua que por filtraciones puede entrar en la viga hueca por alguna falla en las juntas de las chapas.

El costo de este tipo de compuerta—debido a la sencillez extremada de su construcción, hecha totalmente de piezas rectas, sin curva alguna—es solo alrededor de 70 % del de las compuertas de frentes curvados; también es más sencillo y seguro el cálculo de *resistencia* de las diferentes piezas, estando éstas dispuestas de modo que la presión sobre la quilla de la compuerta contra el umbral de entrada se puede conseguir casi uniforme en todo el contorno y limitada dentro del límite de 320 libras por pulgada cuadrada (22 kg. por cm. ²).

COMPUERTAS FLOTANTES DE CEMENTO ARMADO

Cerca del gran dique excavado en Venecia, se ha concluido recientemente otro dique seco, pequeño pero sumamente interesante. Está destinado a las embarcaciones de servicio del Puerto, especialmente para los barcos, dragas y pontones utilizados por los diferentes contratistas de los puertos de Venecia. Las dimensiones de estos diques son las siguientes:

	metros	pies
Largo entre extremos.....	146 —	480
Ancho de la entrada.....	20 —	66
Profundidad de umbral en creciente ...	3,6 —	12
Profundidad de umbral en aguas bajas	3 —	10

Una peculiaridad de este dique es la compuerta, construida completamente de cemento armado, excepto las defensas alrededor de la quilla, hechas de madera para evitar cualquier daño producido por los choques de buques contra ella.

Las figuras 4, 5 y 6 explican suficientemente la forma y construcción de esta compuerta, que es, talvez, la primera de su clase.

Fué proyectada por Chev. Chiera, de la compañía Gabellini, de Roma, firma que se ha especializado en construcciones navales de cemento armado, desde embarcaciones para car-

bón y Lúpulo, hasta Ferry-boats de grandes dimensiones.

Las ventajas que tienen estas construccio-



Fig. 4. Vista del acceso al pequeño dique de carena de Venecia.

nes son, entre otras, su larga duración, aun en continuo contacto con el agua del mar, y, en caso de resultar averiadas por colisiones,

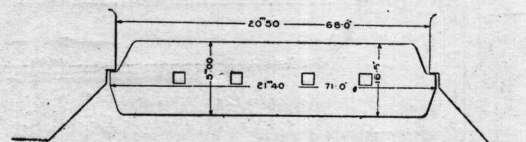


Fig. 5. Planta de la Compuerta.

su fácil arreglo con cemento. Además su costo es solamente la mitad de las compuertas de acero.

Hace cerca de 10 años que en Italia han

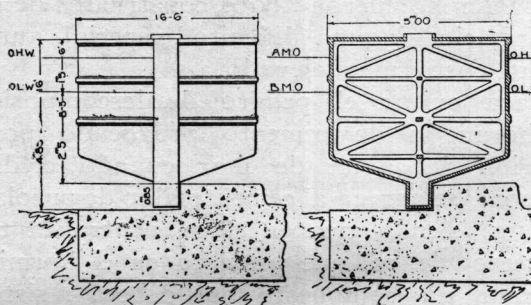


Fig. 6. Compuerta de cemento armado para el pequeño dique de carena de Venecia, (Vista en una cabecera y Sección).

sido usadas embarcaciones de esta clase, las que están todavía en buenas condiciones. Se adaptan especialmente a países tropicales, donde el hierro se oxida con rapidez.

CONCLUSION

Una vez concluida la construcción de los dos diques de Carena—de Venecia y de Tarento—la armada Italiana estará provista de lo necesario para poner en dique seco a buques hasta de 800 piés de largo y 110 piés de manga (244 y 33 metros). Los buques podrán entrar al dique aunque solamente se mantengan a flote mediante flotadores laterales, los cuales hasta ahora no han sido utilizados en estas condiciones para la entrada a ningún otro dique de carena. Estos diques secos ofrecen un aspecto novedoso en el tipo de sus compuertas.

Prof. LUIS LUIGGI
Ingeniero.

ELECTROTECNICA

Sección a cargo del Ing. Sr. José E. Durand

PROYECTO DE REGLAMENTACION DE CRUCES DE CONDUCCIONES ELECTRICAS CON FERROCARRILES

Las conducciones eléctricas a través de la zona de un ferrocarril, especialmente cuando, por su naturaleza y situación no están sometidas a una vigilancia incesante, implican siempre un peligro latente para la circulación. Es natural que las empresas ferroviarias, que tienen que contemplar intereses en general muy superiores a los de las empresas eléctricas, traten de intervenir lo más directa y eficazmente posible en la ejecución de las obras y en su futura conservación. Más aún, su propio personal debe estar garantido contra los graves accidentes que puedan resultar del estado defectuoso del cruce. Puede recordarse, entre otros, el ocurrido en Enero de 1910, en Tucumán, en que un foguista del Central Norte fué decapitado por hilos telefónicos demasiado bajos.

En muchas naciones existen reglamentaciones, algunas muy completas, pero en general poco concordantes entre sí, sobre tan importante cuestión. Probablemente el adelanto desigual de las industrias eléctricas en esos países, especialmente en lo que al transporte de energía se refiere, ha hecho que no se preocuparan de dar al asunto su mayor generalidad. Hay que confesar por otra parte que esta generalidad, tratándose de una industria que como la eléctrica ha progresado de una manera colosal, es bastante difícil de tener en cuenta; yo, que durante más de un año me he ocupado de este asunto, me he convencido de lo anterior a tal extremo que las bases que más adelante se presentarán, proyectadas con conocimiento de los reglamentos francés, alemán, etc., no las conceptúo del todo satisfactorias, y presentan sin duda muchas omisiones, algunas voluntarias.

De cualquier modo en nuestro país no existe nada al respecto y las empresas ferroviarias mismas están interesadas en obtener de las autoridades la reglamentación correspondiente. He tenido por esta causa oportunidad de ocuparme en la Dirección de Ferrocarriles de esta cuestión y como hasta la fecha no he hecho más que emitir opiniones, sin que se hayan aprobado, creo oportuno publicarlas. Las bases de la reglamentación que he preparado han sido

remitidas a las empresas ferroviarias y a varias empresas telefónicas, eléctricas y de tranvías, con el objeto de conseguir el mayor número posible de datos y objeciones para llegar a formular un reglamento definitivo, que, teniendo en primer término en vista la seguridad, contemple sin embargo los intereses creados y futuros de las empresas cruzadoras y cruzadas. Por eso no dudo que presentará interés esta publicación y que los señores gerentes de compañías eléctricas no tendrán inconveniente en discutir esas bases en la seguridad de que por mi parte, si me toca, como lo creo, formular el reglamento final, podré hacerlo lo más completo posible.

Hago desde luego notar que mi propósito ha sido y será evitar toda complicación y excesivos detalles, de tal modo que en los casos algo y muy complicados pueda cada interesado adoptar los procedimientos que estime más indicados dentro de las bases generales y probar su eficacia.

A continuación se indican dichas bases y se agrega el plano que en ellas se menciona.

1. — PRESCRIPCIONES GENERALES.

Art. 1º. — Los cruces de ferrocarriles por conductores eléctricos se clasifican como sigue.

- a) Los que pasan por calles o caminos públicos superiores al ferrocarril dentro de los parapetos de los puentes.
- b) *Cruces superiores*: los que pasan libremente sobre los rieles en la vía general, pasajes a nivel, cruzamiento de vías ferreas y pasajes superiores fuera de los parapetos de puentes.
- c) *Cruces inferiores*: los que pasan bajo los puentes y viaductos del ferrocarril.
- d) *Cruces subterráneos*: los que pasan bajo el plano de formación del ferrocarril.

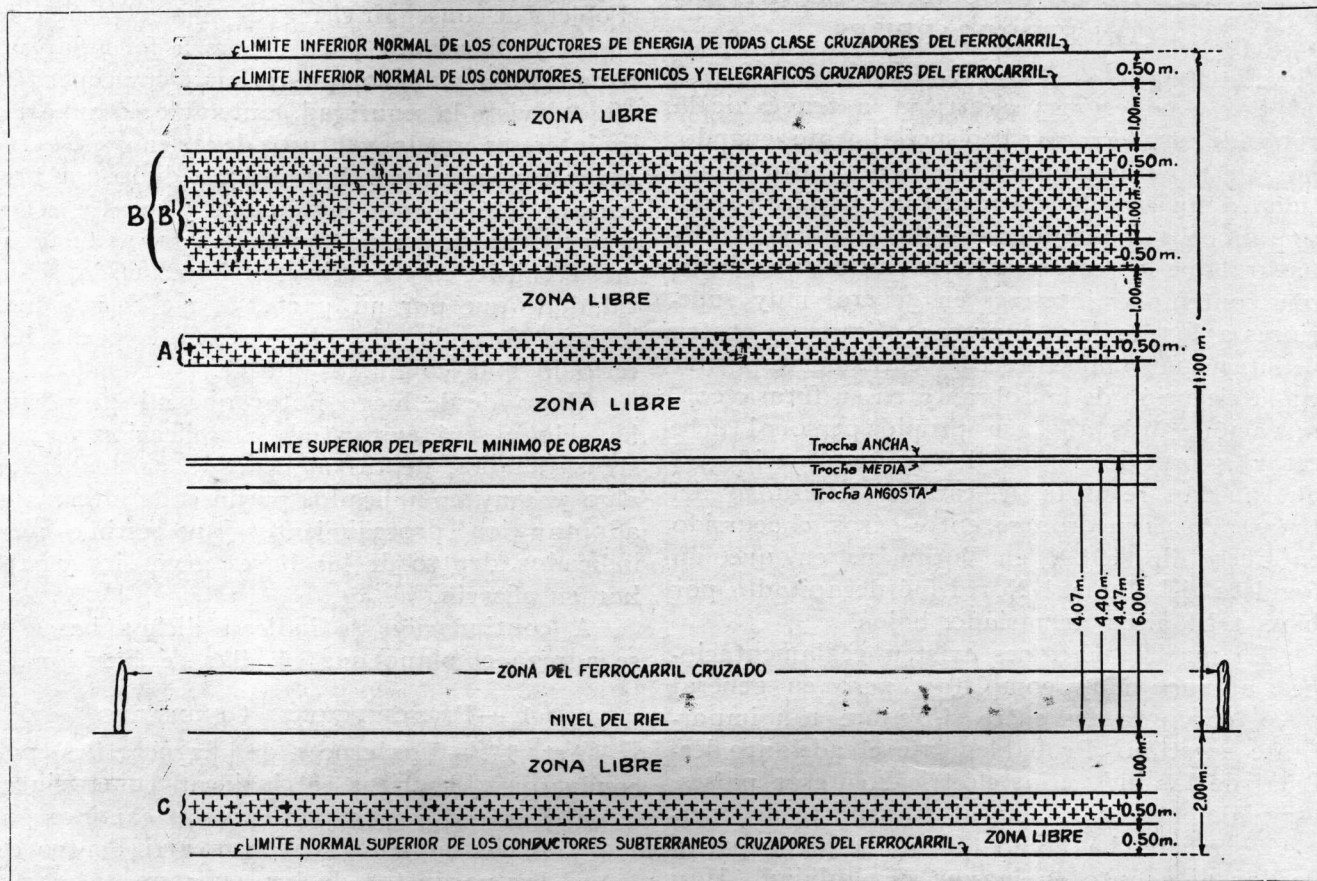
Art. 2º. — Dentro de la zona de las líneas férreas no podrán instalarse otros conductores eléctricos longitudinales que los de la empresa y los que ordenan las leyes y contratos de concesión, salvo casos especiales que autorice el P. E., a pedido de aquella y en las condiciones que en cada caso se impondrán.

Art. 3º. — Los conductores longitudinales, que pueden construirse según el artículo precedente, cuando son aéreos, en sus cruces con otros ferrocarriles o calles a nivel superiores, deberán pasar bajo los puentes o viaductos en las con-

diciones que se fijan para los de la clase c del artículo 1º.

Art. 4º. — Los conductores de la clase a quedan excluidos de la presente reglamentación, salvo que sus condiciones de instalación puedan afectar la seguridad del ferrocarril, en cuyo caso se dictarán las medidas especiales de seguridad que correspondan.

trate de líneas telegráficas o telefónicas de menos de 5 hilos. En todos los demás casos se acompañarán planos y cálculos justificativos de las condiciones de estabilidad del cruce, y si fueran líneas de transporte de energía también de las condiciones eléctricas del mismo. Tanto desde el punto de vista mecánico como eléctrico las condiciones de seguridad serán supe-



- A. Zona ocupada por los conductores longitudinales y transversales destinados a captación de energía por ferrocarriles, tranvías, etc. que deberán empalmar mecánicamente en el mismo plano.
 B. Zona normal ocupada por conductores telegráficos y telefónicos propios del ferrocarril cruzado.
 B'. Zona normal ocupada por conductores de energía del ferrocarril cruzado.
 C. Zona ocupada normalmente por conductores subterráneos del ferrocarril cruzado.

NOTA: Las conducciones paralelas que pueden presentarse en la extensión de la zona A y B deberán quedar a distancias tales que su influencia recíproca desaparezca, o serán las que se fijen por el P. E. al aprobar los planos generales de las conducciones mismas. Las conducciones transversales al ferrocarril se situarán a las distancias que marquen las autoridades bajo la cual se han establecido.

Art. 5º. — No se permitirá en adelante, la construcción de cruces de conductores eléctricos o modificación de los actuales si no se llenan los requisitos exigidos en el presente reglamento. Los interesados directamente o por intermedio de la empresa afectada, solicitarán la autorización necesaria de la Dirección General de los Ferrocarriles, acompañando su pedido con una memoria descriptiva y un croquis cuando se

trate de líneas telegráficas o telefónicas de menos de 5 hilos. En todos los demás casos se acompañarán planos y cálculos justificativos de las condiciones de estabilidad del cruce, y si fueran líneas de transporte de energía también de las condiciones eléctricas del mismo. Tanto desde el punto de vista mecánico como eléctrico las condiciones de seguridad serán supe-

Art. 6º. — Todas las obras del cruzamiento se ejecutarán bajo la inmediata vigilancia de las empresas afectadas, las cuales podrán suspender aquellas que infrinjan las disposiciones aprobadas o impedir las que no tengan aprobación, comunicando el hecho a la Dirección General de Ferrocarriles.

(Terminará)